

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-356270

(43)Date of publication of application : 26.12.2001

(51)Int.Cl. G02B 15/20
G02B 13/18
G03B 5/00

(21)Application number : 2000-180008 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 15.06.2000 (72)Inventor : HAMANO HIROYUKI

**(54) VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM HAVING VIBRATION-PROOF
FUNCTION AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a variable power optical system having a vibration-proof function and obtaining a still picture by optically correcting the blur of a photographic image caused when the variable power optical system is vibrated and to obtain optical equipment using the same.

SOLUTION: This variable power optical system is provided with a 1st lens group having positive refractive power a 2nd lens group having negative refractive power a 3rd lens group having positive refractive power a 4th lens group having negative refractive power and a 5th lens group having positive refractive power in order from an object side. Variable power is performed by moving the 2nd lens group the 4th lens group and the 5th lens group and the blur of the photographic image caused when the variable power optical system is vibrated is corrected by moving the entire 3rd lens group in a perpendicular direction to an optical axis then the maximum moving amount M5 of the 5th lens group to an infinity object at the time of the variable power and the focal distances (fw) and (ft) at the wide-angle end and the telephoto end of an entire system are respectively appropriately set.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens group of refracting power more positive than the object side to order the 2nd lens group of negative refracting power It is a variable power optical

system with the 3rd lens group of positive refracting power, the 4th lens group of negative refracting power, and the 5th lens group of positive refracting power. Move this 2nd lens group, the 4th lens group, and the 5th lens group, and variable power is performed. Blur of a taken image when this 3rd whole lens group is moved to an optic axis and a perpendicular direction and this variable power optical system vibrates is amended. A variable power optical system with a vibration proof function satisfying conditions which become $0.1 < M5 - f_w / f_t < 0.44$ when a focal distance [in / for the maximum movement magnitude at the time of variable power of this 5th lens group to an infinite distance object / a wide angle end and a tele edge of M5 and the whole system] is respectively set to f_w and f_t .

[Claim 2] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 wherein said 1st lens group is immobilization in the case of variable power and a focus.

[Claim 3] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 focusing by moving said 5th lens group.

[Claim 4] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 focusing by moving said 4th lens group.

[Claim 5] In a tele edge, A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 satisfying a conditional expression which becomes $0.3 < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}| < 3$ when magnification of a composite group of β_3 , the 4th lens group, and the 5th lens group is set to β_{45} for magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object.

[Claim 6] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 wherein said 3rd lens group has at least one negative lens.

[Claim 7] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 satisfying conditions which become $1.6 < f_3 - f_w < 4.0$ when a focal distance of said 3rd lens group is set to f_3 .

[Claim 8] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 wherein said 3rd lens group has two positive lenses and one negative lens.

[Claim 9] In EM and a tele edge in a tele edge, the vertical maximum movement magnitude to an optic axis of said 3rd lens group for amending blur of a taken image. When magnification of a composite group of β_3 , the 4th lens group, and the 5th lens group is set to β_{45} for magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object. A variable power optical system with a vibration proof function of claim 1 or 2 satisfying a conditional expression which becomes $1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}|$ and $EM / f_t < 0.05$.

[Claim 10] The 1st lens group of refracting power more positive than the object side to order, the 2nd lens group of negative refracting power. It is a variable power optical system with the 3rd lens group of positive refracting power, the 4th lens group of negative refracting power, and the 5th lens group of positive refracting power. Move this 2nd lens group, the 4th lens group, and the 5th lens group, and variable power is

performed Blur of a taken image when this 3rd whole lens group is moved to an optic axis and a perpendicular direction and this variable power optical system vibrates is amended Respectively in f_w and a tele edge a focal distance [in / for the maximum movement magnitude at the time of variable power of this 5th lens group to an infinite distance object / a wide angle end and a tele edge of M_5 and the whole system] In f_3 and a tele edge a focal distance of β_4 and said 3rd lens group for magnification of a composite group of β_3 the 4th lens group and the 5th lens group [magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object] When the vertical maximum movement magnitude is made with EM an optic axis of said 3rd lens group for amending blur of a taken image. $0.1 < M_5 - f_w / f_3 < 0.44$ and $230.3 < (1 - \beta_3) - \beta_4 < 31.6$ and $f_3 / f_w < 4.017 \times 10^{-3} < (1 - \beta_3) \beta_4$ and $EM / f_t < 0.05$ -- a variable power optical system with a vibration proof function satisfying a conditional expression.

[Claim 11] In order said 2nd lens group from the object side to the object side a convex. Claim 1 having the negative lens 21 of the shape of turned meniscus the negative lens 22 which turned a concave surface to the object side the positive lens 23 which turned a convex to the object side and the negative lens 24 which turned a concave surface to the image surface side or a variable power optical system with a vibration proof function of 10.

[Claim 12] A variable power optical system with a vibration proof function of claim 11 satisfying a conditional expression which becomes $1.4 < |f_{24} - f_2| < 4.6$ when a focal distance of f_{24} and said 2nd lens group is set to f_2 for a focal distance of said negative lens 24.

[Claim 13] When setting respectively a focal distance of the whole system [in / for a focal distance of said 2nd lens group / f_2 a wide angle end and a tele edge] to f_w and f_t [Equation 1]

Claim 1 satisfying the becoming conditional expression or a variable power optical system with the vibration proof function of 10.

[Claim 14] An optical instrument having a variable power optical system with a vibration proof function of any 1 paragraph of claims 1-12.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In this invention some especially lens groups of a variable power optical system are moved to an optic axis and a perpendicular direction about the optical instrument using a variable power optical system and it with a vibration proof

function.

Therefore it is suitable for a video camera a camera for film photos an electronic "still" camera a digital camera etc. which amended optically blur of a taken image when this variable power optical system vibrates (tilting) obtained the still picture and attained stabilization of the taken image.

[0002]

[Description of the Prior Art] If vibration generally gets across to a photographing system and it becomes a shaking hand blur will arise in a taken image. The vibration-proof optical system with the function to prevent blur of a taken image conventionally is proposed variously.

[0003] For example in JP56-21133A stabilization of the picture is attained by moving an optical apparatus in the direction which offsets oscillating displacement of the picture according to some optical members to vibration according to the output signal from a detection means to detect a vibrational state.

[0004] In JP61-223819A in the photographing system which has arranged the variable vertex angle prism to the object side most it is made to correspond to vibration of a photographing system the vertical angle of this variable vertex angle prism is changed and stabilization of the picture is attained.

[0005] In JP1-116619A or JP2-124521A vibration of the photographing system was detected using the acceleration sensor etc. and the still picture has been obtained according to the signal acquired at this time by vibrating some lens groups of a photographing system to an optic axis and a perpendicular direction.

[0006] In JP7-128619A it is making vibration-proof by constituting the 3rd lens group from two lens groups of positive and negative refracting power in the variable power optical system of positive-negative and 4 group composition that comprises the lens group of positive and positive refracting power and vibrating the lens group of positive refracting power.

[0007] In JP7-199124A it is making vibration-proof by vibrating the 3rd whole lens group in the variable power optical system of positive-negative and 4 group composition that comprises the lens group of positive and positive refracting power.

[0008] On the other hand in JP8-5913A the 2nd and 4th lens group performs variable power by the variable power optical system of 5 group composition which comprises the lens group of positive-negative-positive and positive and negative refracting power and reduction of the front ball diameter is attained.

[0009] In JP10-197786A it is making vibration-proof by moving the 4th group to an optic axis and a perpendicular direction in the variable power optical system of 5 group composition which comprises the lens group of positive-negative-positive and negative and positive refracting power.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There was a problem that the moving

mechanism for arranging a vibration-proof optical system ahead of a photographing system generally vibrating some operation lens groups of this vibration-proof optical system losing blur of a taken image and the whole device enlarging the method of obtaining a still picture and moving this operation lens group was complicated.

[0011] Especially in the optical system which makes vibration-proof using a variable vertex angle prism there was a problem that the yield of the eccentric chromatic aberration of magnification increased in the long focus distance side at the time of vibration proof. Although there is an advantage of not needing an excessive optical system specially because of vibration proof in the optical system which makes vibration-proof by on the other hand making the parallel eccentricity of some lenses of a photographing system carry out perpendicularly to an optic axis the space for the lens to which it is made to move was needed and there was a problem that the yield of the decentration aberration at the time of vibration proof increased.

[0012] When it made vibration-proof by making an optic axis move the 3rd whole lens group perpendicularly in the variable power optical system of positive-negative and 4 group composition that comprises the lens group of positive and positive refracting power in order to secure the amount of ambient light at the time of vibration proof there was a problem that a front ball diameter increased.

[0013] Generally it is necessary to amend more the aberration variation in the case of vibration proof to the high-definition electronic "still" camera of 1 million pixels at fitness using a variable power optical system with a vibration proof function.

[0014] This invention moves the comparatively small lightweight lens group which constitutes a part of variable power optical system to an optic axis and a perpendicular direction. By making suitable composition of the lens group for constituting so that blur of a picture when this variable power optical system vibrates (tilting) may be amended and amending blur. The video camera which amended the decentration aberration when carrying out eccentricity of this lens group attaining miniaturization of the whole device simplification on a mechanism and reduction of the load of a driving means good. It aims at offer of the optical instrument using a variable power optical system and it with the suitable vibration proof function for a digital camera, an electronic "still" camera, etc.

[0015]

[Means for Solving the Problem] A variable power optical system with a vibration proof function of an invention of claim 1. The 1st lens group of refracting power more positive than the object side to order the 2nd lens group of negative refracting power. It is a variable power optical system with the 3rd lens group of positive refracting power, the 4th lens group of negative refracting power, and the 5th lens group of positive refracting power. Move this 2nd lens group, the 4th lens group, and the 5th lens group, and variable power is performed. Blur of a taken image when this 3rd whole lens group is moved to an optic axis and a perpendicular direction and this variable power optical system vibrates is amended. When a focal distance [in / for the maximum

movement magnitude at the time of variable power of this 5th lens group to an infinite distance object / a wide angle end and a tele edge of M5 and the whole system] is respectively set to f_w and f_{it} is $0.1 < M5 - /f_w < 0.4$ (1)

$4 < f_t / f_w < 23$ (2)

It is characterized by satisfying becoming conditions.

[0016]An invention of claim 2 is characterized by said 1st lens group being immobilization in the case of variable power and a focus in an invention of claim 1.

[0017]An invention of claim 3 is characterized by focusing by moving said 5th lens group in claim 1 or an invention of 2.

[0018]An invention of claim 4 is characterized by focusing by moving said 4th lens group in claim 1 or an invention of 2.

[0019] $0.3 < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}| < 3$ when an invention of claim 5 sets magnification of a composite group of β_3 the 4th lens group and the 5th lens group to β_{45} for magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object in a tele edge in claim 1 or an invention of 2 (3)

It is characterized by satisfying a becoming conditional expression.

[0020]An invention of claim 6 is characterized by said 3rd lens group having at least one negative lens in claim 1 or an invention of 2.

[0021]An invention of claim 7 is $1.6 < f_3 - /f_w < 4.0$ when a focal distance of said 3rd lens group is set to f_3 in claim 1 or an invention of 2..... (4)

It is characterized by satisfying becoming conditions.

[0022]An invention of claim 8 is characterized by said 3rd lens group having two positive lenses and one negative lens in claim 1 or an invention of 2.

[0023]On claim 1 or an invention of 2 and in a tele edge in an invention of claim 9 In EM and a tele edge the vertical maximum movement magnitude to an optic axis of said 3rd lens group for amending blur of a taken image $1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}|$ and $EM / f_t < 0.05$ when magnification of a composite group of β_3 the 4th lens group and the 5th lens group is set to β_{45} for magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object (5)

It is characterized by satisfying a becoming conditional expression.

[0024]A variable power optical system with a vibration proof function of an invention of claim 10 The 1st lens group of refracting power more positive than the object side to order the 2nd lens group of negative refracting power It is a variable power optical system with the 3rd lens group of positive refracting power the 4th lens group of negative refracting power and the 5th lens group of positive refracting power Move this 2nd lens group the 4th lens group and the 5th lens group and variable power is performed Blur of a taken image when this 3rd whole lens group is moved to an optic axis and a perpendicular direction and this variable power optical system vibrates is amended Respectively in f_w and a tele edge a focal distance [in / for the maximum movement magnitude at the time of variable power of this 5th lens group to an infinite distance object / a wide angle end and a tele edge of M5 and the whole system] In f_3

and a tele edge a focal distance of β_{45} and said 3rd lens group for magnification of a composite group of β_3 the 4th lens group and the 5th lens group [magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to an infinite distance object]

When the vertical maximum movement magnitude is made with EM an optic axis of said 3rd lens group for amending blur of a taken image it is $0.1 < M_5 - /fw < 0.4$ (1)

$4 < ft/fw < 23$ ---- -- (2)

$0.3 < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}| < 3$ ---- -- (3)

$1.6 < f_3 - /fw < 4.0$ ---- -- (4)

$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}|$ and $EM/ft < 0.05$ ---- -- (5)

It is characterized by satisfying a becoming conditional expression.

[0025] In an invention of claim 10 an invention of claim 11 Said 2nd lens group is characterized by having the negative lens 21 of the shape of meniscus which turned a convex to the object side in order from the object side the negative lens 22 which turned a concave surface to the object side the positive lens 23 which turned a convex to the object side and the negative lens 24 which turned a concave surface to the image surface side.

[0026] An invention of claim 12 is $1.4 < |f_{24}/f_2| < 4.6$ when a focal distance of f_{24} and said 2nd lens group is set to f_2 for a focal distance of said negative lens 24 in an invention of claim 11..... (6)

It is characterized by satisfying a becoming conditional expression.

[0027] When an invention of claim 13 sets respectively a focal distance of the whole system [in / for a focal distance of said 2nd lens group / f_2 a wide angle end and a tele edge] to fw and ft in claim 1 or an invention of 10 [0028]

[Equation 2]

[0029] It is characterized by satisfying the becoming conditional expression.

[0030] The optical instrument of the invention of claim 14 is characterized by having a variable power optical system with the vibration proof function of any 1 paragraph of claims 1-13.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is a schematic diagram showing the paraxial refractive power arrangement of a variable power optical system (zoom lens) with the vibration proof function of this invention.

[0032] In drawing 1 L1 is the 1st lens group of positive refracting power the 2nd lens group of refracting power negative in L2 the 3rd lens group of refracting power positive in L3 the 4th lens group of refracting power negative in L4 and the 5th lens group of refracting power positive in L5.

[0033] In this embodiment blur of a taken image when the whole optical system (zoom lens) vibrates (tilting) is amended by making an optic axis move the 3rd lens group L3 perpendicularly.

[0034]SP is an aperture diaphragm and is located ahead of the 3rd lens group L3. IP is the image surface and a photo conductorCCDa filmetc. are arranged.

[0035]In this embodimenton the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edgethe 2nd lens group is moved to the image surface side like an arrowand by a convex locusthe 4th lens group is moved to the image surface sidethe 5th lens group was moved to the object side by the convex locusand change of variable power and the image surface accompanying it is amended.

[0036]The rear focus type which moves the 5th lens group on an optic axisand performs focusing is adopted. The curve 5a of the solid line of the 5th lens group and the curve 5b of a dotted line which are shown in the figure show the moving track for amending the image surface fluctuation at the time of following on the variable power from a wide angle end when carrying out the focus to the infinite distance object and the short distance object respectively to a tele edge.

[0037]The 1st lens group and the 3rd lens group are immobilization in the case of variable power and a focus.

[0038]In this embodimentmove the 5th lens groupand the image surface fluctuation accompanying variable power is amendedand the 5th lens group is moved and it is made to perform a focus. It is made to move so that it may have a convex locus to the object side on the occasion of the variable power from a wide angle end to a tele edgeas shown especially in the curves 5a and 5b of the figure.

[0039]This aimed at effective use of the space of the 4th lens group and the 5th lens groupand shortening of whole length of the lens is attained effectively.

[0040]It is carrying out by moving the 5th lens group aheadas it shows in the figure straight line 5cin performing short distance object HEFOKASU from an infinite distance object in a tele edge in this embodiment.

[0041]According to this embodimentcompared with the case where only two lens groups are moved by moving three lens groups on the occasion of variable powerthe image surface fluctuation accompanying variable power is amended more effectively.

[0042]Especially as the 1st inventionthe focal distance f_w of the maximum movement magnitude M_5 of the 5th lens groupthe wide angle end in the whole systemand a tele edgeand f_t on the occasion of variable power A conditional expression (1)He is trying for an aberration variation when setting up as shown in (2)performing effectively amendment of the image surface fluctuation accompanying variable power by thisattaining the miniaturization of the whole optical system and making vibration-proof by the 3rd lens group to decrease.

[0043]The correction effects of the image surface fluctuation by the 5th lens group movingif the movement magnitude of the 5th lens group in variable power becomes small exceeding the lower limit of a conditional expression (1) decreaseConverselysince the front ball diameter determined by the circumference image height of zoom middle will become large if the movement magnitude of the 5th lens group becomes large too much exceeding upper limitit is not good.

[0044]If the lower limit of a conditional expression (2) is exceeded a predetermined zoom ratio will no longer be obtained easily and if upper limit is exceeded the aberration compensation accompanying variable power will become difficult.

[0045]He is trying to be satisfied with the composition of the 1st invention of the conditional expression (3)(4) and (5) mentioned further later as the 2nd invention.

[0046]The 1st invention and the 2nd invention are named generically and it is called the following "this invention."

[0047]Image blur when the whole optical system vibrates by moving the 3rd lens group L3 to an optic axis and a perpendicular direction by the basis of a predetermined conditional expression in the variable power optical system which comprises five lens groups of composition of having mentioned above in this invention as mentioned above for vibration proof lessening generating of a decentration aberration. It has amended good.

[0048]Picture Bure is amended good attaining simplification of composition without this newly adding optical members such as a variable vertex angle prism and the lens group for vibration proof.

[0049]Next the optical principle of the vibration-proof system which moves the lens group L3 to an optic axis and a perpendicular direction in the variable power optical system concerning this invention and amends blur of a taken image is explained using drawing 2.

[0050]As shown in drawing 2 (A) the optical system consists of three portions the fixed group Y1 the eccentric group Y2 and the fixed group Y3 and it is assumed that the object point P on the optic axis which is fully separated from a lens is carrying out image formation to the center of imaging surface IP as the image point p.

[0051]Supposing the whole optical system including imaging surface IP inclines momentarily by blurring like drawing 2 (B) now the object point P will move to image point p' momentarily too and will serve as a blurred picture.

[0052]On the other hand when the eccentric group Y2 is moved to an optic axis and a perpendicular direction like drawing 2 (C) the image point p moves to p'' and its movement magnitude and direction are expressed as eccentric sensitivity of the lens group depending on refractive power arrangement. Then hand shake correction i.e. vibration proof is performed as shown in drawing 2 (D) by returning image point p' which shifted by the shaking hand in drawing 2 (B) to the image formation position p of a basis when only a suitable quantity moves the eccentric group Y2 to an optic axis and a perpendicular direction.

[0053]In the movement magnitude of a shift lens group required now in order to do θ amendment of an optic axis if eccentric sensitivity of f and the shift group Y2 is set to TS delta will be given [focal distance / of delta and the whole optical system] by the following formulas.

[0054] $\Delta = f \cdot \tan(\theta) / \text{now } [TS]$ if eccentric sensitivity TS of a shift group is too large delta will become a small value and movement magnitude of a shift group

required for vibration proof will be made small but the control for making vibration-proof appropriately will become difficult and the amendment remainder will arise.

[0055] In a video camera or a digital still camera since the image size of image sensor such as CCD is [especially / silver halide film] small and the focal distance to the same field angle is short shift amount Δ of the shift lens group for amending an identical angle becomes small.

[0056] Therefore if a mechanism's accuracy is comparable the amendment remainder on a screen will become large relatively.

[0057] On the other hand if TS is too small the movement magnitude of a shift lens group required for control will become large and the driving means of the actuator for driving a shift lens group etc. will also become large.

[0058] In this invention eccentric sensitivity TS of the 3rd lens group was made into the proper value by setting the refractive power arrangement of each lens group as a suitable value and the amendment remainder of vibration proof by a mechanism's control error has attained the optical system which is few and also has little load of the driving means of an actuator etc.

[0059] Drawing 3 is a lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 1 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention. Drawing 4 drawing 5 and drawing 6 are a wide angle end of the numerical example 1 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention middle and an aberration figure of a tele edge.

[0060] Drawing 7 is a lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 2 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention. Drawing 8 drawing 9 and drawing 10 are a wide angle end of the numerical example 2 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention middle and an aberration figure of a tele edge.

[0061] Drawing 11 is a lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 3 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention. Drawing 12 drawing 13 and drawing 14 are a wide angle end of the numerical example 3 of a variable power optical system with the vibration proof function of this invention middle and an aberration figure of a tele edge.

[0062] Among the figure L1 is a diaphragm and the 1st group of positive refracting power the 2nd group of refracting power negative in L2 the 3rd group of refracting power positive in L3 the 4th group of refracting power negative in L4 the 5th group of refracting power positive in L5 and SP have provided it ahead of the 3rd group. IP is the image surface. G is glass block such as a faceplate and a filter.

[0063] The composition about variable power vibration proof and a focus is as the same as drawing 1 explained. Although the variable power optical system with the vibration proof function of this invention is realized by satisfying the above conditions and also in order to attain good optical performance aiming at shortening of whole length of the lens it is desirable to satisfy at least one of the following conditions.

[0064](**1) Said 1st lens group is immobilization in the case of variable power and a focus.

[0065](**2) It is focusing by moving said 5th lens group.

[0066](**3) It is focusing by moving said 4th lens group.

[0067]It may be made to focus by the 4th lens group instead of focusing by the 5th lens group. According to this a focussing lens is miniaturized and it becomes advantageous in respect of a focusing speed etc.

[0068](**4) Eccentric sensitivity TS_3 of the 3rd lens group in a tele edge sets the magnification in the tele edge of this 3rd lens group to β_3 and when the magnification of composition of the 4th lens group and the 5th lens group is set to β_{45} it is given by $TS_3 = (1 - \beta_3) - \beta_{45}$.

[0069]At this invention it is this sensitivity $0.3 < |(1 - \beta_3) - \beta_{45}| < 3$ (3)

It is good to satisfy the becoming conditional expression.

[0070]If the lower limit of a conditional expression (3) is exceeded the sensitivity of the 3rd lens group will become small too much and the movement magnitude of the 3rd lens group required for vibration proof will become large too much.

Conversely since it will become large to sensitivity too much and vibration-proof control will become difficult if the maximum of a conditional expression (3) is exceeded it is not good.

[0071](**5) Said 3rd lens group is having at least one negative lens. It is good for reducing the decentration aberration generated at the time of vibration proof especially eccentric magnification aberration to have at least one negative lens in the 3rd lens group of positive refracting power and to reduce the chromatic aberration in the 3rd lens group.

[0072](**6) When the focal distance of said 3rd lens group is set to f_3 it is $1.6 < f_3 - f_w < 4.0$ (4)

It is satisfying the becoming conditions.

[0073]When the focal distance of the 3rd lens group becomes short exceeding the lower limit of a conditional expression (4) the eccentric sensitivity of the 3rd lens group becomes large too much it is sufficient and it becomes impossible to amend the aberration variation at the time of vibration proof. Since whole length of the lens increases and the eccentric sensitivity of the 3rd lens group will become small too much and the shift amount of the 3rd lens group required for vibration proof will become large if upper limit is exceeded it is not good.

[0074](**7) Said 3rd lens group is having two positive lenses and one negative lens.

[0075]In order to reduce the eccentric comatic aberration generated at the time of vibration proof it is good to reduce the spherical aberration generated in the 3rd lens group to a certain within the limits and to constitute the 3rd lens group from at least two positive lenses and one negative lens.

[0076]In this embodiment the 3rd lens group was constituted from a lamination lens of the positive lens 31 the positive lens 32 and the meniscus-like negative lens 33 to

which the concave surface strong against the object side was turned sequentially from the object side shortened the principal point interval of the 2nd lens group and the 3rd lens group and has attained shortening of whole length of the lens.

[0077](**8) In EM and a tele edge the vertical maximum movement magnitude to the optic axis of said 3rd lens group for amending blur of a taken image in a tele edge $1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) - \beta_4|$ and $EM/ft < 0.05$ when the magnification of the composite group of beta 3 the 4th lens group and the 5th lens group is set to beta 45 for the magnification of said 3rd lens group when carrying out the focus to the infinite distance object (5)

It is satisfying the becoming conditional expression.

[0078] Since it is necessary to enlarge the effective diameter of the 3rd lens group so much and the burden of an actuator etc. will become large if the correction amount in the case of vibration proof by the 3rd lens group will be too small sufficient vibration control effect will not be acquired if the lower limit of a conditional expression (5) is exceeded and upper limit is exceeded it is not good.

[0079](**9) Said 2nd lens group is having the negative lens 21 of the shape of meniscus which turned the convex to the object side in order from the object side the negative lens 22 which turned the concave surface to the object side the negative lens 22 which turned the convex to the object side the positive lens 23 which turned the convex to the object side and the negative lens 24 which turned the concave surface to the image surface side.

[0080] The prosaic effect of a principal point is heightened by making small symmetry before and behind the 2nd lens group with constituting the 2nd lens group from this invention in this way and the chromatic aberration of magnification is amended effectively.

[0081](**10) When the focal distance of f_{24} and said 2nd lens group is set to f_2 for the focal distance of said negative lens 24 it is $1.4 < |f_{24}/f_2| < 4.6$ (6)

It is satisfying the becoming conditional expression.

[0082] A conditional expression (6) is a thing for mainly amending the chromatic aberration of magnification effectively. If the focal distance of the negative lens 24 becomes small too much exceeding the upper limit of a conditional expression (6) the correction effects of a chromatic aberration will become insufficient. Conversely if a lower limit is exceeded amendment of the distortion aberration in a wide angle end will become difficult.

[0083](**11) When setting respectively the focal distance of the whole system [in / for the focal distance of said 2nd lens group / f_2 a wide angle end and a tele edge] to f_w and f_t [0084]

[Equation 3]

[0085] It is satisfying the becoming conditional expression.

[0086]If refracting power of the 2nd lens group becomes strong exceeding a lower limit of a conditional expression (7)although it becomes smallsince the PETTSUVARU sum becomes large to a negative direction at the whole and amendment of a curvature of field becomes difficultmovement magnitude of the 2nd lens group at the time of variable power is not good.

[0087]Converselysince movement magnitude at the time of variable power of the 2nd lens group will become largeand the whole lens system will not become small and it will become disadvantageous also about the amount change of ambient light at the time of vibration proof if upper limit of a conditional expression (7) is exceededit is not good.

[0088](**12) It is good to constitute the 4th lens group from one positive lens and one negative lens. According to thisit becomes easy to reduce change of a spherical aberration by the 4th lens group moving at the time of variable power or a curvature of field.

[0089](**13) It is good to introduce an aspheric surface into the 4th lens group because of amendment of change of astigmatism at the time of variable poweror distortion.

[0090](**14) In an optical system which needs high resolving power like a lens for digital still camerasit is required to compare the chromatic aberration of magnification accompanying variable power with the usual lens for video camerasand to amend it.

[0091]For that purposeas for the 2nd lens groupit is desirable to have at least three negative lenses and one positive lens.

[0092]If a negative lens tends to enlarge refracting power of the 2nd lens group and tends to make movement magnitude small only by two sheets for overall-length shorteningamendment of the chromatic aberration of magnification will become difficult.

[0093](**15) In a variable power optical system of this inventionin order to attain light volume change reduction at the time of vibration proofit is good to make it increase the amount of ambient light relatively with extracting at the time of variable powerbeing a looking-far sidemaking an opening diameter smalland restricting a center beam.

[0094]Nextan embodiment of a video camera (optical instrument) using a variable power optical system with a vibration proof function of this invention as a photographing optical system is described using drawing 15.

[0095]A photographing optical system which 10 was constituted by video camera body and 11 comprised with a zoom lens of this invention in drawing 15Image sensorssuch as CCD in which 12 receives an object image according to the photographing optical system 11a recording device on which 13 records an object image which the image sensor 12 receivedand 14 are the finders for observing an object image displayed on an unillustrated display device.

[0096]The above-mentioned display device is constituted by liquid crystal panel

etc. and an object image formed on the image sensor 12 is displayed. 15 is a liquid crystal display element panel which has a function equivalent to said finder.

[0097] Thus by applying a variable power optical system of this invention to optical instruments such as a video camera and an optical instrument which has small and high optical performance is realized.

[0098] Next a numerical example of this invention is shown. In a numerical example -- R_i -- the object side -- order -- it is a curvature radius of the i -th field and d_i is a curvature radius of the i -th optical member thickness and n_i and ν_i are a refractive index and an Abbe number of construction material of the i -th optical member in order from the object side in the object side. The above-mentioned monograph affair type and a relation of a numerical example are shown in table-1.

[0099] When an aspherical surface shape makes positive a direction of movement of H axis and light to the X-axis an optic axis and a perpendicular direction at an optical axis direction and a paraxial curvature radius R and E are respectively made into an aspheric surface coefficient for R [0100]

[Equation 4]

[0101] It expresses with the becoming formula.

[0102]

[External Character 1]

[0103]

[External Character 2]

[0104]

[External Character 3]

[0105]

[Table 1]

[0106]

[Effect of the Invention] By moving the comparatively small lightweight lens group which constitutes a part of variable power optical system to an optic axis and a perpendicular direction as mentioned above according to this invention and constituting so that blur of a picture when this variable power optical system vibrates (tilting) may be amended a decentration aberration yield when [of this lens group]

carrying out eccentricity can be stopped few aiming at miniaturization of the whole devicesimplification on a mechanismand mitigation of the load of a driving meansand a variable power optical system with the vibration proof function which amended the decentration aberration goodand the variable power optical system using it can be attained.

[0107]In additionin this inventiona variable power optical system with the vibration proof function which can respond also to the electronic "still" camera which has still higher optical performance conventionally as compared with the lens for video camerasand has a pixel of 1 million pixels or more is realizablehaving an about ten-variable power ratio big variable power ratio.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The schematic diagram of the paraxial refractive power arrangement of the variable power optical system in the 1st invention

[Drawing 2]The explanatory view of the optical principle of the vibration-proof system in this invention

[Drawing 3]The lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 1 of the 1st invention

[Drawing 4]The aberration figure of the wide angle end of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 5]The middle aberration figure of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 6]The aberration figure of the tele edge of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 7]The lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 2 of the 1st invention

[Drawing 8]The aberration figure of the wide angle end of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 9]The middle aberration figure of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 10]The aberration figure of the tele edge of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 11]The lens sectional view of the wide angle end of the numerical example 3 of the 1st invention

[Drawing 12]The aberration figure of the wide angle end of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 13]The middle aberration figure of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 14]The aberration figure of the tele edge of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 15]The important section schematic diagram of the optical instrument using

a variable power optical system with the vibration proof function of this invention

[Description of Notations]

L1 The 1st lens group

L2 The 2nd lens group

L3 The 3rd lens group

L4 The 4th lens group

L5 The 5th lens group

d d line

g g line

δM meridional image surface

δS sagittal image surface

SP Diaphragm

IP Image surface

G Glass block

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-356270
(P2001-356270A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 15/20		G 0 2 B 15/20	2 H 0 8 7
	13/18	13/18	
G 0 3 B 5/00		G 0 3 B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-180008 (P2000-180008)

(22) 出願日 平成12年6月15日 (2000. 6. 15)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 浜野 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

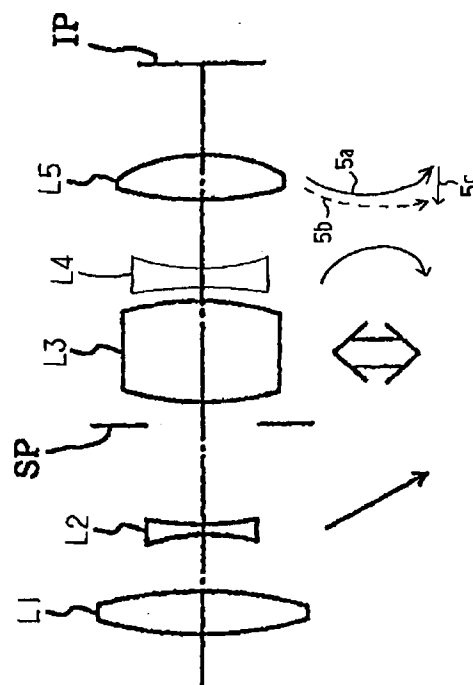
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防振機能を有した変倍光学系及びそれを用いた光学機器

(57) 【要約】

【課題】 変倍光学系が振動したときの撮影画像のぶれを光学的に補正して静止画像を得るようにした防振機能を有した変倍光学系及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】 物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有した変倍光学系であって、該第2レンズ群と第4レンズ群、第5レンズ群を移動させて変倍を行ない、該第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動した時の撮影画像のぶれを補正し、無限遠物体に対する該第5レンズ群の変倍時の最大移動量 M_5 、全系の広角端及び望遠端における焦点距離 f_w 、 f_t を各々適切に設定したこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有した変倍光学系であって、該第2レンズ群と第4レンズ群、第5レンズ群を移動させて変倍を行ない、該第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動した時の撮影画像のぶれを補正し、無限遠物体に対する該第5レンズ群の変倍時の最大移動量を $M5$ 、全系の広角端及び望遠端における焦点距離を各々 f_w 、 f_t としたとき

$$0.1 < M5 / f_w < 0.4$$

$$4 < f_t / f_w < 23$$

なる条件を満足することを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。

【請求項2】 前記第1レンズ群は変倍と合焦の際固定であることを特徴とする請求項1の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項3】 前記第5レンズ群を移動させて合焦を行うことを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項4】 前記第4レンズ群を移動させて合焦を行うことを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項5】 望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} としたとき

$$0.3 < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| < 3$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項6】 前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズを有することを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項7】 前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき

$$1.6 < f_3 / f_w < 4.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項8】 前記第3レンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズを有していることを特徴とする請求項1または2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項9】 望遠端において、撮影画像のぶれを補正する為の前記第3レンズ群の光軸に垂直方向の最大移動量を EM 、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} としたとき

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| \cdot EM / f_t < 0.05$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または

2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項10】 物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有した変倍光学系であって、該第2レンズ群と第4レンズ群、第5レンズ群を移動させて変倍を行ない、該第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動した時の撮影画像のぶれを補正し、無限遠物体に対する該第5レンズ群の変倍時の最大移動量を $M5$ 、全系の広角端及び望遠端における焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、望遠端において、撮影画像のぶれを補正する為の前記第3レンズ群の光軸に垂直方向の最大移動量を EM としたとき

$$0.1 < M5 / f_w < 0.4$$

$$4 < f_t / f_w < 23$$

$$0.3 < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| < 3$$

$$1.6 < f_3 / f_w < 4.0$$

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| \cdot EM / f_t < 0.05$$

なる条件式を満足することを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。

【請求項11】 前記第2レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ21、物体側に凹面を向けた負レンズ22、物体側に凸面を向けた正レンズ23、像面側に凹面を向けた負レンズ24を有していることを特徴とする請求項1又は10の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項12】 前記負レンズ24の焦点距離を f_2 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき

$$1.4 < |f_2 / f_2| < 4.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項11の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項13】 前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするとき

【数1】

$$0.3 < |f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t}| < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1又は10の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項14】 請求項1から12のいずれか1項の防振機能を有した変倍光学系を有していることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は防振機能を有した変

倍光学系及びそれを用いた光学機器に関し、特に変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより、該変倍光学系が振動（傾動）した時の撮影画像のぶれを光学的に補正して静止画像を得るようにし撮影画像の安定化を図ったビデオカメラ、銀塩写真用カメラ、電子スチルカメラ、デジタルカメラなどに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】一般に撮影系に振動が伝わり手振れとなると撮影画像にぶれが生じる。従来より撮影画像のぶれを防止する機能を有した防振光学系が種々提案されている。

【0003】例えば特開昭56-21133号公報では光学装置に振動状態を検知する検知手段からの出力信号に応じて、一部の光学部材を振動による画像の振動的変位を相殺する方向に移動させることにより画像の安定化を図っている。

【0004】特開昭61-223819号公報では最も物体側に可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該可変頂角プリズムの頂角を変化させて画像の安定化を図っている。

【0005】特開平1-116619号公報や特開平2-124521号公報では加速度センサー等を利用して撮影系の振動を検出し、この時得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に振動されることにより静止画像を得ている。

【0006】また特開平7-128619号公報では正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において第3レンズ群を正、負の屈折力の2つのレンズ群で構成し正の屈折力のレンズ群を振動することにより防振を行っている。

【0007】特開平7-199124号公報では正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において第3レンズ群全体を振動させて防振を行っている。

【0008】一方、特開平8-5913号公報では正、負、正、正、負の屈折力のレンズ群より成る5群構成の変倍光学系で第2、第4レンズ群で変倍を行ない前玉径の縮小化を図っている。

【0009】特開平10-197786号公報では正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る5群構成の変倍光学系において、第4群を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】一般に防振光学系を撮影系の前方に配置し、該防振光学系の一部の稼動レンズ群を振動させて撮影画像のぶれを無くし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、且つ該稼動レンズ群を移動させるための移動機構が複雑化してくるという問題点があった。

【0011】可変頂角プリズムを利用して防振を行う光学系では特に長焦点距離側において防振時に偏心倍率色収差の発生量が多くなるという問題点があった。一方撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行う光学系においては、防振のために特別に余分な光学系を必要としないという利点はあるが、移動させるレンズのための空間を必要とし、また防振時における偏心収差の発生量が多くなっていくという問題点があった。

【0012】また正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において第3レンズ群全体を光軸に垂直方向に移動させて防振を行った場合、防振時の周辺光量を確保するため前玉径が増大するという問題点があった。

【0013】一般に、防振機能を有した変倍光学系を、100万画素相当の高品位の電子スチルカメラに使用するには防振の際の収差変動をより良好に補正しておく必要がある。

【0014】本発明は変倍光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該変倍光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成すると共にぶれを補正するためのレンズ群の構成を適切なものとすることにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該レンズ群を偏心させた時の偏心収差を良好に補正したビデオカメラ、デジタルカメラ、そして電子スチルカメラ等に好適な防振機能を有した変倍光学系及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の防振機能を有した変倍光学系は、物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有した変倍光学系であって、該第2レンズ群と第4レンズ群、第5レンズ群を移動させて変倍を行ない、該第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動した時の撮影画像のぶれを補正し、無限遠物体に対する該第5レンズ群の変倍時の最大移動量をM5、全系の広角端及び望遠端における焦点距離を各々fw、ftとしたとき

$$0.1 < M5 / fw < 0.4 \dots\dots (1)$$

$$4 < ft / fw < 23 \dots\dots (2)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0016】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第1レンズ群は変倍と合焦の際固定であることを特徴としている。

【0017】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記第5レンズ群を移動させて合焦を行うことを特徴としている。

【0018】請求項4の発明は請求項1又は2の発明に

において、前記第4レンズ群を移動させて合焦を行うことを特徴としている。

【0019】請求項5の発明は請求項1又は2の発明において、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} としたとき

$$0.3 < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| < 3 \dots\dots (3)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0020】請求項6の発明は請求項1又は2の発明において、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズを有することを特徴としている。

【0021】請求項7の発明は請求項1又は2の発明に

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| \cdot EM / f_t < 0.05 \dots\dots (5)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0024】請求項10の発明の防振機能を有した変倍光学系は、物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有した変倍光学系であって、該第2レンズ群と第4レンズ群、第5レンズ群を移動させて変倍を行ない、該第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動した時の撮影画像のぶれを補正し、無限

$$0.1 < M5 / f_w < 0.4 \dots\dots (1)$$

$$4 < f_t / f_w < 23 \dots\dots (2)$$

$$0.3 < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| < 3 \dots\dots (3)$$

$$1.6 < f_3 / f_w < 4.0 \dots\dots (4)$$

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| \cdot EM / f_t < 0.05 \dots\dots (5)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0025】請求項11の発明は請求項10の発明において、前記第2レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ21、物体側に凹面を向けた負レンズ22、物体側に凸面を向けた正レンズ23、像面側に凹面を向けた負レンズ24を有していることを特徴としている。

【0026】請求項12の発明は請求項11の発明において、前記負レンズ24の焦点距離を f_{24} 、前記第2

$$0.3 < |f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t}| < 0.6$$

..... (7)

【0029】なる条件式を満足することを特徴としている。

【0030】請求項14の発明の光学機器は請求項1から13のいずれか1項の防振機能を有した変倍光学系を有していることを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】図1は本発明の防振機能を有した変倍光学系（ズームレンズ）の近軸屈折力配置を示す概略図である。

において、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき

$$1.6 < f_3 / f_w < 4.0 \dots\dots (4)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0022】請求項8の発明は請求項1又は2の発明において、前記第3レンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズを有していることを特徴としている。

【0023】請求項9の発明は請求項1又は2の発明において、望遠端において、撮影画像のぶれを補正する為の前記第3レンズ群の光軸に垂直方向の最大移動量を E_M 、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} としたとき

遠物体に対する該第5レンズ群の変倍時の最大移動量を M_5 、全系の広角端及び望遠端における焦点距離を各々 f_w 、 f_t 、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、望遠端において、撮影画像のぶれを補正する為の前記第3レンズ群の光軸に垂直方向の最大移動量を E_M としたとき

レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき

$$1.4 < |f_{24} / f_2| < 4.6 \dots\dots (6)$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0027】請求項13の発明は請求項1又は10の発明において、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とすると

【0028】

【数2】

【0032】図1においてL1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群である。

【0033】本実施形態では第3レンズ群L3を光軸に垂直方向に移動させることにより、光学系（ズームレンズ）全体が振動（傾動）したときの撮影画像のぶれを補正している。

【0034】SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3

の前方に位置している。I Pは像面であり、感光体、C C D、フィルム等が配置されている。

【0035】本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2レンズ群を像面側へ移動させると共に第4レンズ群を像面側に凸状の軌跡で、第5レンズ群を物体側に凸状の軌跡で移動させて変倍とそれに伴う像面の変動を補正している。

【0036】また、第5レンズ群を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。同図に示す第5レンズ群の実線の曲線5aと点線の曲線5bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0037】尚、第1レンズ群と第3レンズ群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0038】本実施形態においては第5レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第5レンズ群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線5a、5bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。

【0039】これにより第4レンズ群と第5レンズ群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0040】本実施形態において例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には同図直線5cに示すように第5レンズ群を前方に移動することにより、行っている。

【0041】本実施形態では、変倍に際して3つのレンズ群を移動させることで2つのレンズ群のみを移動させる場合に比べて変倍に伴う像面変動の補正をより効果的に行っている。

【0042】特に第1発明としては変倍に際して第5レンズ群の最大移動量M5と全系における広角端と望遠端の焦点距離fw、ftを条件式(1)、(2)の如く設定し、これによって変倍に伴う像面変動の補正を光学系全体の小型化を図りつつ、効果的に行い、かつ、第3レンズ群で防振を行うときの、収差変動が少なくなるようにしている。

【0043】条件式(1)の下限値を超えて変倍における第5レンズ群の移動量が小さくなると第5レンズ群が移動することによる像面変動の補正効果が少なくなってしまう、逆に上限値を越えて第5レンズ群の移動量が大きくなりすぎるとズーム中間の周辺像高で決定される前玉径が大きくなるので良くない。

【0044】また条件式(2)の下限値を越えると所定のズーム比が容易に得られなくなり上限値を越えると変倍に伴う収差補正が困難になる。

【0045】また第2発明としては第1発明の構成に更に後述する条件式(3)、(4)、(5)を満足するよ

うにしている。

【0046】尚、第1発明と第2発明とを総称して以下「本発明」という。

【0047】以上のように本発明においては前述した構成の5つのレンズ群より成る変倍光学系において所定の条件式の基で第3レンズ群L3を防振のために光軸と垂直方向に移動させることにより光学系全体が振動したときの像ぶれを偏心収差の発生を少なくしつつ、良好に補正している。

【0048】これにより可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく構成の簡素化を図りつつ画像ブレの補正を良好に行っている。

【0049】次に本発明に係わる変倍光学系においてレンズ群L3を光軸と垂直方向に移動させて撮影画像のぶれを補正する防振系の光学的原理を、図2を用いて説明する。

【0050】図2(A)に示すように光学系が固定群Y1、偏心群Y2そして固定群Y3の3つの部分から成り立っており、レンズから十分に離れた光軸上の物点Pが撮像面I Pの中心に像点pとして結像しているものとする。

【0051】今、撮像面I Pを含めた光学系全体が図2(B)のように手ぶれにより瞬間的に傾いたとすると、物点Pは像点p'にやはり瞬間的に移動し、ぶれた画像となる。

【0052】一方、偏心群Y2を光軸と垂直方向に移動させると図2(C)のように、像点pはp'に移動し、その移動量・方向は屈折力配置に依存し、そのレンズ群の偏心敏感度として表される。そこで図2(B)で手振れによってずれた像点p'を、偏心群Y2を適切な量だけ光軸と垂直方向に移動させることによってもとの結像位置pに戻すことで図2(D)に示すとおり、手振れ補正つまり防振を行っている。

【0053】今、光軸を θ° 補正するために必要なシフトレンズ群の移動量を Δ 、光学系全体の焦点距離をf、シフト群Y2の偏心敏感度をTSとすると Δ は以下の式で与えられる。

$$\Delta = f \cdot \tan(\theta) / TS$$

今、シフト群の偏心敏感度TSが大きすぎると Δ は小さな値となり防振に必要なシフト群の移動量は小さく出来るが、適切に防振を行うための制御が困難になり、補正残りが生じてしまう。

【0055】特にビデオカメラやデジタルスチルカメラではC C Dなどの撮像素子のイメージサイズが銀塩フィルムと比べて小さく、同一画角に対する焦点距離が短い、同一角度を補正するためのシフトレンズ群のシフト量 Δ が小さくなる。

【0056】従って、メカの精度が同程度だと画面上での補正残りが相対的に大きくなることになってしまう。

【0057】一方TSが小さすぎると制御のために必要なシフトレンズ群の移動量が大きくなってしまい、シフトレンズ群を駆動するためのアクチュエーターなどの駆動手段も大きくなってしまう。

【0058】本発明では各レンズ群の屈折力配置を適切な値に設定することで第3レンズ群の偏心敏感度TSを適正な値とし、メカの制御誤差による防振の補正残りが少なく、アクチュエーターなどの駆動手段の負荷も少ない光学系を達成している。

【0059】図3は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例1の広角端のレンズ断面図である。図4、図5、図6は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例1の広角端と中間、そして望遠端の収差図である。

【0060】図7は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例2の広角端のレンズ断面図である。図8、図9、図10は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例2の広角端と中間、そして望遠端の収差図である。

【0061】図11は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例3の広角端のレンズ断面図である。図12、図13、図14は本発明の防振機能を有した変倍光学系の数値実施例3の広角端と中間、そして望遠端の収差図である。

【0062】図中、L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は負の屈折力の第4群、L5は正の屈折力の第5群、S

$$0.3 < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| < 3 \quad \dots\dots (3)$$

なる条件式を満足するのが良い。

【0070】条件式(3)の下限値を超えると第3レンズ群の敏感度が小さくなり過ぎて防振に必要な第3レンズ群の移動量が大きくなり過ぎる。逆に条件式(3)の上限を超えると敏感度が大きくなり過ぎて防振の制御が困難になるので良くない。

【0071】(アー5)前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズを有することである。防振時に発生する偏心収差、特に偏心倍率収差を低減するには正の屈折力の第3レンズ群に少なくとも1枚の負レンズを有して、第3レンズ群での色収差を低減することが良い。

【0072】(アー6)前記第3レンズ群の焦点距離をf3としたとき

$$1.6 < f_3 / f_w < 4.0 \quad \dots\dots (4)$$

なる条件を満足することである。

【0073】条件式(4)の下限値を越えて第3レンズ群の焦点距離が短くなると第3レンズ群の偏心敏感度が大きくなり過ぎたり、防振時の収差変動が補正出来なくなる。又、上限値を越えるとレンズ全長が増大すると共に、第3レンズ群の偏心敏感度が小さくなり過ぎて防振

Pは絞りであり第3群の前方に設けている。IPは像面である。Gはフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。

【0063】変倍、防振そしてフォーカスに関する構成は図1で説明したのと同じである。尚、本発明の防振機能を有した変倍光学系は以上のような条件を満足することにより実現されるが、更にレンズ全長の短縮を図りつつ、良好な光学性能を達成するためには、以下の条件のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0064】(アー1)前記第1レンズ群は変倍と合焦の際固定であることである。

【0065】(アー2)前記第5レンズ群を移動させて合焦を行うことである。

【0066】(アー3)前記第4レンズ群を移動させて合焦を行うことである。

【0067】第5レンズ群で合焦を行う代わりに、第4レンズ群で合焦を行うようにしても良い。これによれば合焦レンズを小型化して合焦速度などの点で有利となる。

【0068】(アー4)望遠端における第3レンズ群の偏心敏感度TS3は該第3レンズ群の望遠端における倍率を β_3 とし、第4レンズ群と第5レンズ群の合成の倍率を β_{45} としたとき

$$TS_3 = (1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}$$

で与えられる。

【0069】本発明ではこの敏感度を

に必要な第3レンズ群のシフト量が大きくなるので良くない。

【0074】(アー7)前記第3レンズ群は2枚の正レンズと1枚の負レンズを有していることである。

【0075】防振時に発生する偏心コマ収差を低減するには、第3レンズ群で発生する球面収差をある範囲内に低減する必要があり、第3レンズ群を少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズで構成するのが良い。

【0076】本実施形態では第3レンズ群は物体側から順に正レンズ31、正レンズ32と、物体側に強い凹面をむけたメニスカス状の負レンズ33との貼合わせレンズで構成し、第2レンズ群と第3レンズ群の主点間隔を短縮して、レンズ全長の短縮化を達成している。

【0077】(アー8)望遠端において、撮影画像のぶれを補正する為の前記第3レンズ群の光軸に垂直方向の最大移動量をEM、望遠端において、無限遠物体にフォーカスしている時の前記第3レンズ群の倍率を β_3 、第4レンズ群と第5レンズ群の合成群の倍率を β_{45} としたとき

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_3) \cdot \beta_{45}| \cdot EM / f_t < 0.05 \quad \dots\dots (5)$$

なる条件式を満足することである。

【0078】条件式(5)の下限値を越えると第3レンズ群による防振の際の補正量が小さすぎて十分な防振効果が得られず、又上限値を越えると第3レンズ群の有効径をそれだけ大きくする必要があり、アクチュエーター等の負担が大きくなるので良くない。

【0079】(アー9)前記第2レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ21、物体側に凹面を向けた負レンズ22、物体側に凸面を向けた負レンズ22、物体側に凸面を向けた正レンズ23、像面側に凹面を向けた負レンズ24を有していることである。

【0080】本発明では第2レンズ群をこのように構成することで第2レンズ群の前後の対称性を小さくすることで主点の色消し効果を高め、倍率色収差の補正を効果的にを行っている。

$$0.3 < |f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t}| < 0.6 \quad \dots\dots (7)$$

【0085】なる条件式を満足することである。

【0086】条件式(7)の下限値を超えて第2レンズ群の屈折力が強くなると変倍時の第2レンズ群の移動量は小さくなるがベッツヴァール和が全体に負の方向に大きくなり像面湾曲の補正が困難になるので良くない。

【0087】逆に条件式(7)の上限値を超えると第2レンズ群の変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系全体が小型にならないと共に防振時の周辺光量変化に関しても不利になるので良くない。

【0088】(アー12)第4レンズ群を1枚の正レンズと1枚の負レンズで構成するのが良い。これによれば、変倍時に第4レンズ群が移動することによる球面収差や像面湾曲の変動を低減することが容易となる。

【0089】(アー13)変倍時の非点収差や歪曲の変動の補正のため、第4レンズ群に非球面を導入するのが良い。

【0090】(アー14)デジタルスチルカメラ用レンズのような高解像力が必要な光学系では変倍に伴う倍率色収差を通常のビデオカメラ用レンズに比べて良く補正することが必要である。

【0091】そのためには第2レンズ群は少なくとも3枚の負レンズと1枚の正レンズを有することが望ましい。

【0092】負レンズが2枚だけでは全長短縮のために第2レンズ群の屈折力を大きくして移動量を小さくしようとする、倍率色収差の補正が困難になる。

【0093】(アー15)本発明の変倍光学系において、更に防振時の光量変化低減を達成するためには変倍時に絞り開口径を望遠側で小さくして中心光束を制限することで相対的に周辺光量を増加するようにしてやるの

【0081】(アー10)前記負レンズ24の焦点距離を f_{24} 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき

$$1.4 < |f_{24} / f_2| < 4.6 \quad \dots\dots (6)$$

なる条件式を満足することである。

【0082】条件式(6)は主に倍率色収差の補正を効果的に行うためのものである。条件式(6)の上限値を超えて負レンズ24の焦点距離が小さくなり過ぎると色収差の補正効果が不十分になる。逆に下限値を超えると広角端での歪曲収差の補正が困難になる。

【0083】(アー11)前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とすると

【0084】

【数3】

が良い。

【0094】次に本発明の防振機能を有した変倍光学系を撮影光学系として用いたビデオカメラ(光学機器)の実施形態を図15を用いて説明する。

【0095】図15において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0096】上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。15は前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示素子パネルである。

【0097】このように本発明の変倍光学系をビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0098】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において R_i は物体側より順に第 i 番目の面の曲率半径、 D_i は物体側より順に第 i 番目の光学部材厚及び空気間隔、 N_i と v_i は各々物体側より順に第 i 番目の光学部材の材質の屈折率とアッベ数である。又前述の各条件式と数値実施例の関係を表-1に示す。

【0099】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、A、B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき

【0100】

【数4】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【0101】なる式で表わしている。

【外1】

【0102】

数値実施例 1

$$f=1 \sim 9.63 \quad Fno = 2.88 \sim 3.25 \quad 2\omega = 58.5^\circ \sim 6.7^\circ$$

R 1 = 8.842	D 1 = 0.24	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 5.523	D 2 = 0.87	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -69.186	D 3 = 0.03		
R 4 = 4.752	D 4 = 0.52	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 5 = 11.378	D 5 = 可変		
R 6 = 6.178	D 6 = 0.13	N 4 = 1.804000	ν 4 = 46.6
R 7 = 1.251	D 7 = 0.80		
R 8 = -3.897	D 8 = 0.11	N 5 = 1.696797	ν 5 = 55.5
R 9 = -57.209	D 9 = 0.07		
R10 = 2.005	D10 = 0.48	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.8
R11 = 24.977	D11 = 0.10	N 7 = 1.834000	ν 7 = 37.2
R12 = 2.502	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.31		
R14 = 8.360	D14 = 0.29	N 8 = 1.696797	ν 8 = 55.5
R15 = -5.179	D15 = 0.11		
R16 = 5.216	D16 = 0.39	N 9 = 1.603112	ν 9 = 60.6
R17 = -2.212	D17 = 0.08	N10 = 1.846660	ν 10 = 23.8
R18 = -5.710	D18 = 可変		
R19 = -3.160(非球面)	D19 = 0.28	N11 = 1.688931	ν 11 = 31.1
R20 = -1.923	D20 = 0.09	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.1
R21 = 5.859	D21 = 可変		
R22 = 2.576	D22 = 0.40	N13 = 1.693500	ν 13 = 53.2
R23 = -3.132(非球面)	D23 = 0.03		
R24 = 4.070	D24 = 0.43	N14 = 1.487490	ν 14 = 70.2
R25 = -3.377	D25 = 0.09	N15 = 1.761821	ν 15 = 28.5
R26 = 2.926	D26 = 0.44		
R27 = ∞	D27 = 0.41	N16 = 1.516330	ν 16 = 64.2
R28 = ∞			

最大移動量

$$EM = 0.0635$$

焦点距離	1.00	5.16	9.63
可変間隔			
D 5	0.13	3.62	4.61
D12	4.71	1.22	0.24
D18	0.38	1.59	1.09
D21	1.83	0.61	1.28

非球面係数

$$R19 \quad k=-2.65597e+00 \quad B=-1.37784e-02 \quad C=1.40206e-02 \quad D=-2.28026e-02 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

$$R23 \quad k=-3.69108e+00 \quad B=1.20402e-02 \quad C=1.06619e-03 \quad D=-2.07806e-03 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

【0103】

【外2】

数值实施例 2

$$f=1 \sim 9.67 \quad Fno = 2.88 \sim 3.25 \quad 2\omega = 58.5^\circ \sim 6.6^\circ$$

R 1 = 9.207	D 1 = 0.24	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 5.733	D 2 = 0.87	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -44.677	D 3 = 0.03		
R 4 = 4.736	D 4 = 0.62	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 5 = 10.801	D 5 = 可変		
R 6 = 6.889	D 6 = 0.13	N 4 = 1.834807	ν 4 = 42.7
R 7 = 1.266	D 7 = 0.77		
R 8 = -3.755	D 8 = 0.11	N 5 = 1.696797	ν 5 = 55.5
R 9 = -45.524	D 9 = 0.07		
R10 = 2.096	D10 = 0.48	N 6 = 1.846660	ν 6 = 23.8
R11 = 47.523	D11 = 0.10	N 7 = 1.834807	ν 7 = 42.7
R12 = 2.754	D12 = 可変		
R13 = 絞り	D13 = 0.31		
R14 = 7.107	D14 = 0.29	N 8 = 1.696797	ν 8 = 55.5
R15 = -4.725	D15 = 0.11		
R16 = 6.416	D16 = 0.39	N 9 = 1.603112	ν 9 = 60.6
R17 = -2.146	D17 = 0.08	N10 = 1.846660	ν 10 = 23.8
R18 = -6.123	D18 = 可変		
R19 = -2.655(非球面)	D19 = 0.28	N11 = 1.688931	ν 11 = 31.1
R20 = -1.418	D20 = 0.09	N12 = 1.516330	ν 12 = 64.1
R21 = 5.761	D21 = 可変		
R22 = 4.185	D22 = 0.40	N13 = 1.696797	ν 13 = 55.5
R23 = -4.557	D23 = 0.03		
R24 = 2.353	D24 = 0.43	N14 = 1.487490	ν 14 = 70.2
R25 = -4.447	D25 = 0.09	N15 = 1.761821	ν 15 = 26.5
R26 = 3.293	D26 = 0.11		
R27 = -68.820	D27 = 0.24	N16 = 1.583126	ν 16 = 59.4
R28 = -6.503(非球面)	D28 = 0.40		
R29 = ∞	D29 = 0.41	N17 = 1.516330	ν 17 = 64.2
R30 = ∞			

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	5.21	9.67	最大移動量
D 5	0.13	3.61	4.59	EM=0.0856
D12	4.70	1.22	0.24	
D18	0.38	1.59	1.20	
D21	1.80	0.47	1.00	

非球面係数

$$R19 \quad k=-1.98576e+00 \quad B=-1.66421e-02 \quad C=4.09421e-03 \quad D=-1.32089e-02 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

$$R28 \quad k=-1.35126e+01 \quad B=1.25669e-02 \quad C=2.71734e-04 \quad D=-8.62700e-04 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

数值实施例 3

$$f=1 \sim 9.63 \quad F_{\text{no}}=2.88 \sim 3.12 \quad 2\omega=59.2^\circ \sim 6.7^\circ$$

R 1 =	9.577	D 1 =	0.24	N 1 =	1.846660	ν 1 =	23.8
R 2 =	5.824	D 2 =	0.88	N 2 =	1.496999	ν 2 =	81.5
R 3 =	-40.229	D 3 =	0.03				
R 4 =	5.091	D 4 =	0.53	N 3 =	1.696797	ν 3 =	55.5
R 5 =	13.913	D 5 =	可変				
R 6 =	12.196	D 6 =	0.14	N 4 =	1.834807	ν 4 =	42.7
R 7 =	1.351	D 7 =	0.71				
R 8 =	-4.483	D 8 =	0.11	N 5 =	1.696797	ν 5 =	55.5
R 9 =	-45.304	D 9 =	0.07				
R10 =	2.021	D10 =	0.49	N 6 =	1.846660	ν 6 =	23.8
R11 =	15.081	D11 =	0.10	N 7 =	1.834807	ν 7 =	42.7
R12 =	2.510	D12 =	可変				
R13 =	絞り	D13 =	0.31				
R14 =	12.167	D14 =	0.30	N 8 =	1.696797	ν 8 =	55.5
R15 =	-4.540	D15 =	0.11				
R16 =	4.381(非球面)	D16 =	0.39	N 9 =	1.603112	ν 9 =	60.6
R17 =	-2.284	D17 =	0.08	N10 =	1.846660	ν 10 =	23.8
R18 =	-6.018	D18 =	可変				
R19 =	-3.613	D19 =	0.27	N11 =	1.636360	ν 11 =	35.4
R20 =	-1.510	D20 =	0.12	N12 =	1.583126	ν 12 =	59.4
R21 =	6.511(非球面)	D21 =	可変				
R22 =	3.442	D22 =	0.43	N13 =	1.693500	ν 13 =	53.2
R23 =	-2.546(非球面)	D23 =	0.03				
R24 =	3.190	D24 =	0.43	N14 =	1.487490	ν 14 =	70.2
R25 =	-3.189	D25 =	0.09	N15 =	1.761821	ν 15 =	26.5
R26 =	2.753	D26 =	0.45				
R27 =	∞	D27 =	0.41	N16 =	1.516330	ν 16 =	64.2
R28 =	∞						

可変間隔 \ 焦点距離	1.00	5.21	9.63
D 5	0.14	3.62	4.61
D12	4.72	1.23	0.24
D18	0.39	1.60	0.99
D21	1.84	0.67	1.35

最大移動量

$$EM=0.0973$$

非球面係数

$$R16 \quad k=1.89132e+00 \quad B=-2.44841e-03 \quad C=-1.13890e-03 \quad D=0.00000e+00 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

$$R21 \quad k=3.90525e+00 \quad B=2.32979e-03 \quad C=-2.75465e-03 \quad D=1.58455e-03 \quad E=0.00000e+00 \\ F=0.00000e+00 \quad G=0.00000e+00 \quad H=0.00000e+00$$

$$R23 \quad k=-4.28855e+00 \quad B=-2.27812e-03 \quad C=2.85433e-03 \quad D=-1.05790e-03$$

【0105】

【表1】

表-1

条 件 式	数値実施例 1	数値実施例 2	数値実施例 3
(1) $M5/fw$	0.244	0.213	0.169
(3) $(1-\beta 3) \cdot \beta 45$	1.324	1.377	1.382
(4) $f3/fw$	2.781	2.830	2.696
(2) ft/fw	9.626	9.666	9.635
(5) $(1-\beta 3) \cdot \beta 45 \cdot EM/ft$	8.700E-03	0.0122	0.014
(6) $f24/f2$	2.060	2.221	2.260
(7) $f2/\sqrt{fw \cdot ft}$	0.523	0.508	0.516

【0106】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、変倍光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該変倍光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成することにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減を図りつつ該レンズ群の偏心させたときの偏心収差発生量を少なく抑え、偏心収差を良好に補正した防振機能を有した変倍光学系及びそれを用いた変倍光学系を達成することが出来る。

【0107】この他本発明では変倍比10程度の大きな変倍比を持ちながら、従来ビデオカメラ用レンズと比較して更に高い光学性能を有し、100万画素以上の画素を有する電子スチルカメラにも対応できる防振機能を有した変倍光学系を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1発明における変倍光学系の近軸屈折力配置の概略図

【図2】 本発明における防振系の光学的原理の説明図

【図3】 第1発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図4】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図

【図5】 本発明の数値実施例1の中間の収差図

【図6】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図

【図7】 第1発明の数値実施例2の広角端のレンズ断

面図

【図8】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図

【図9】 本発明の数値実施例2の中間の収差図

【図10】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図

【図11】 第1発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図

【図12】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図

【図13】 本発明の数値実施例3の中間の収差図

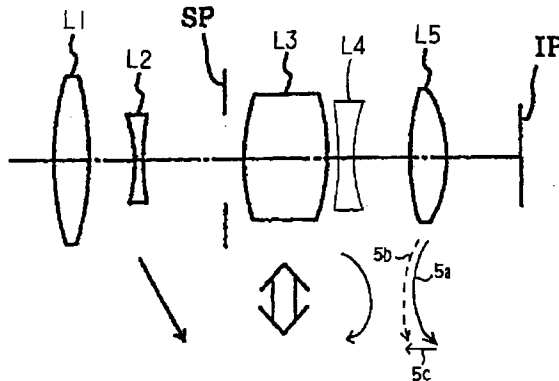
【図14】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図

【図15】 本発明の防振機能を有した変倍光学系を用いた光学機器の要部概略図

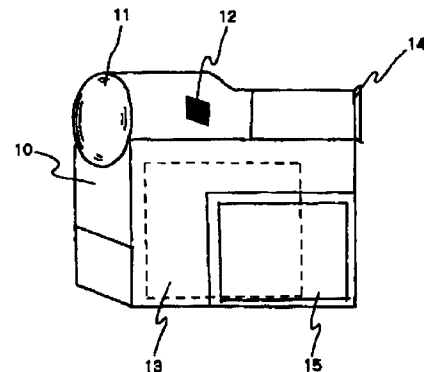
【符号の説明】

- L1 第1レンズ群
- L2 第2レンズ群
- L3 第3レンズ群
- L4 第4レンズ群
- L5 第5レンズ群
- d d線
- g g線
- ΔM メリディオナル像面
- ΔS サジタル像面
- SP 絞り
- IP 像面
- G ガラスブロック

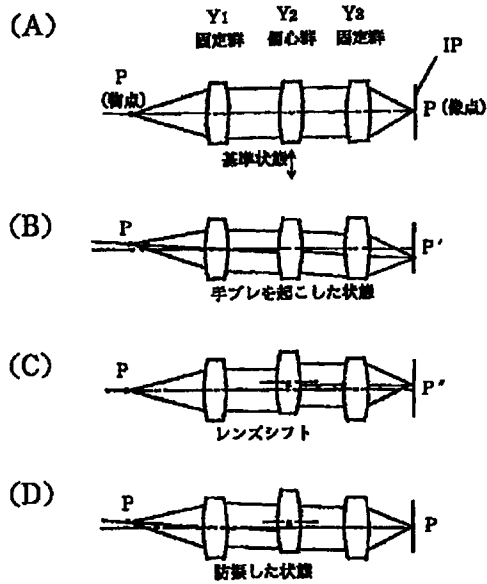
【図1】



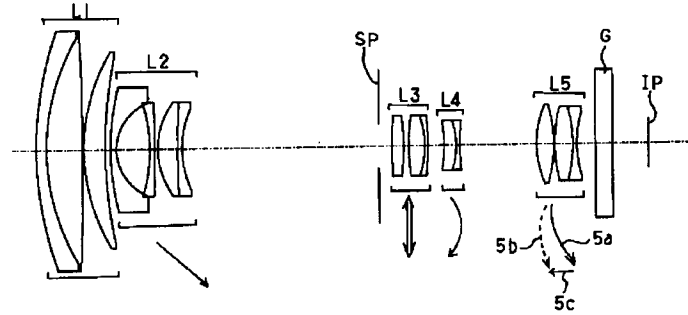
【図15】



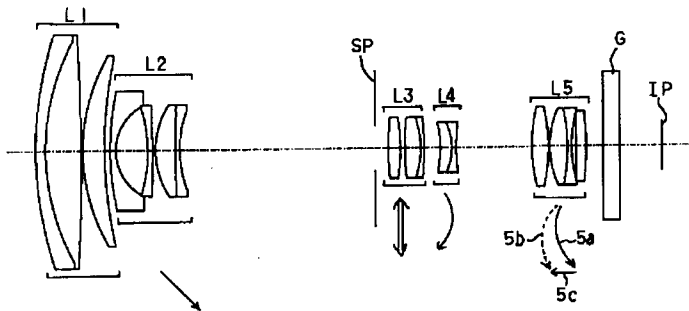
【図2】



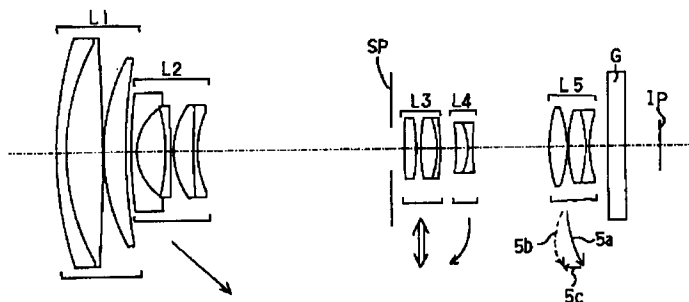
【図3】



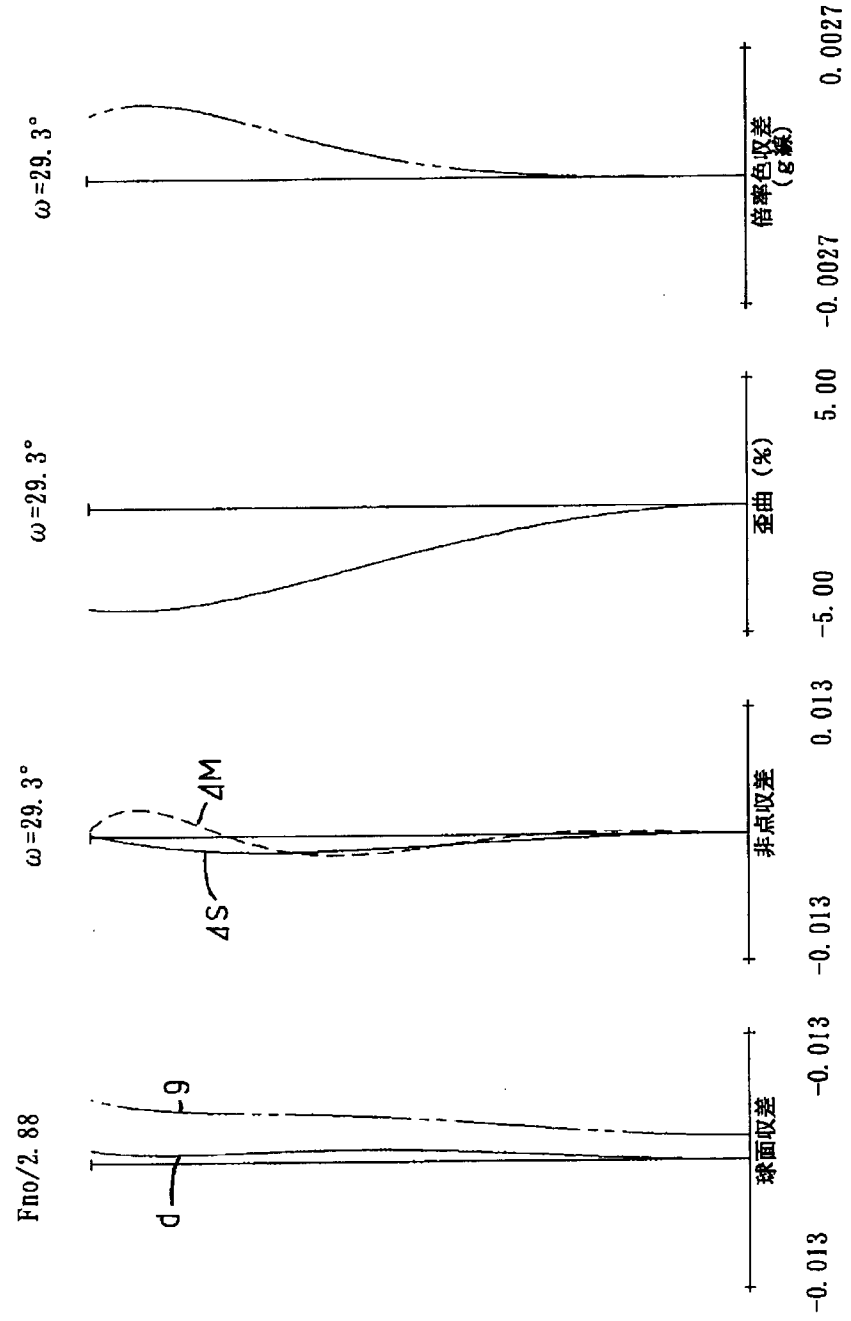
【図7】



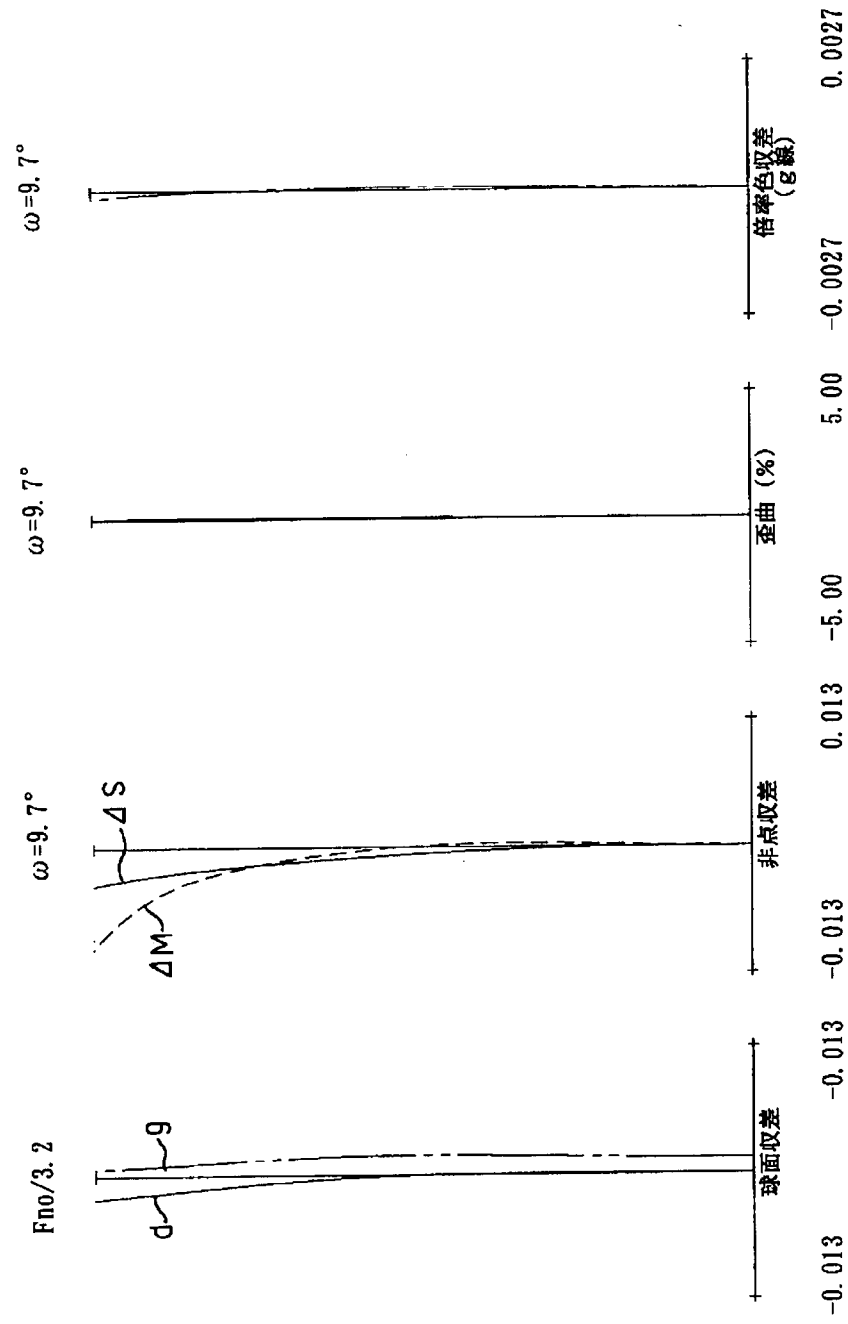
【図11】



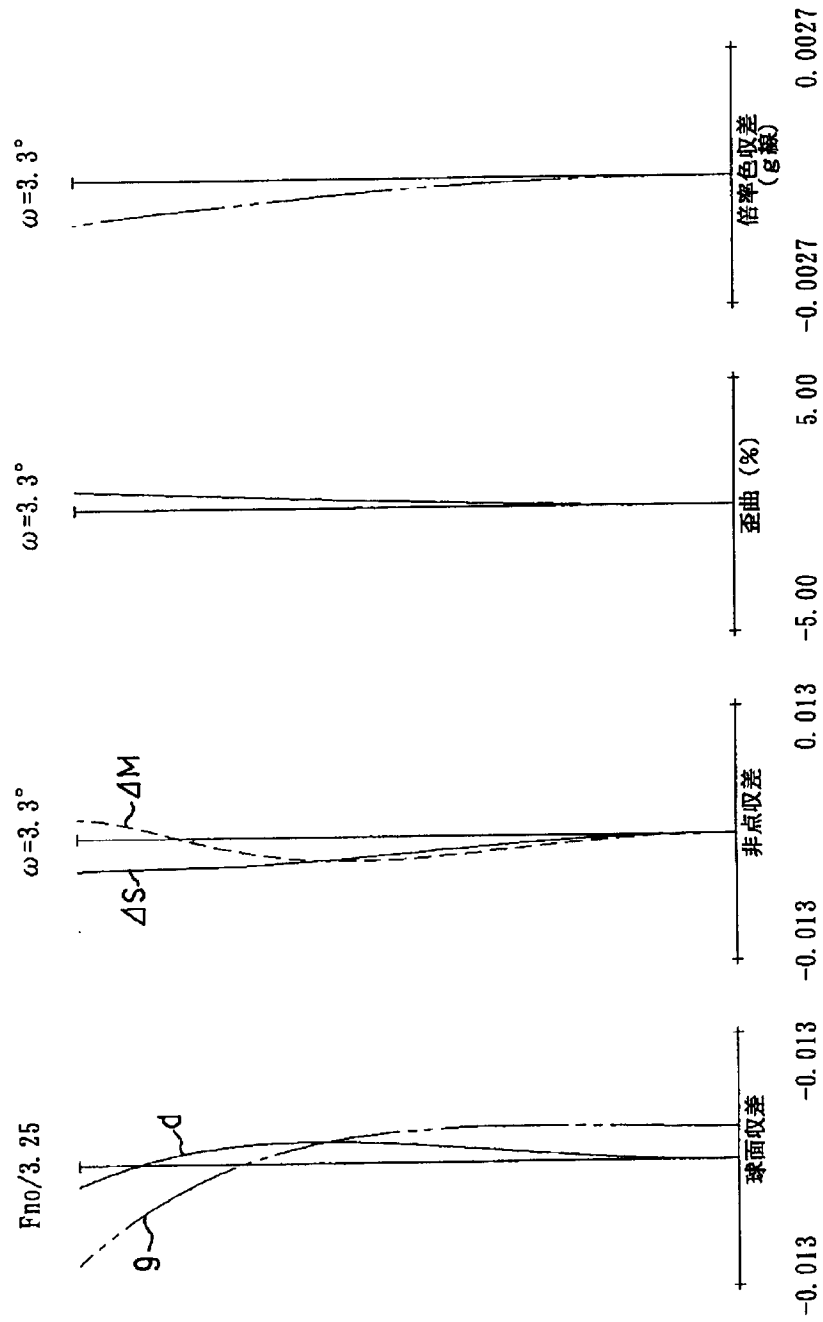
【図4】



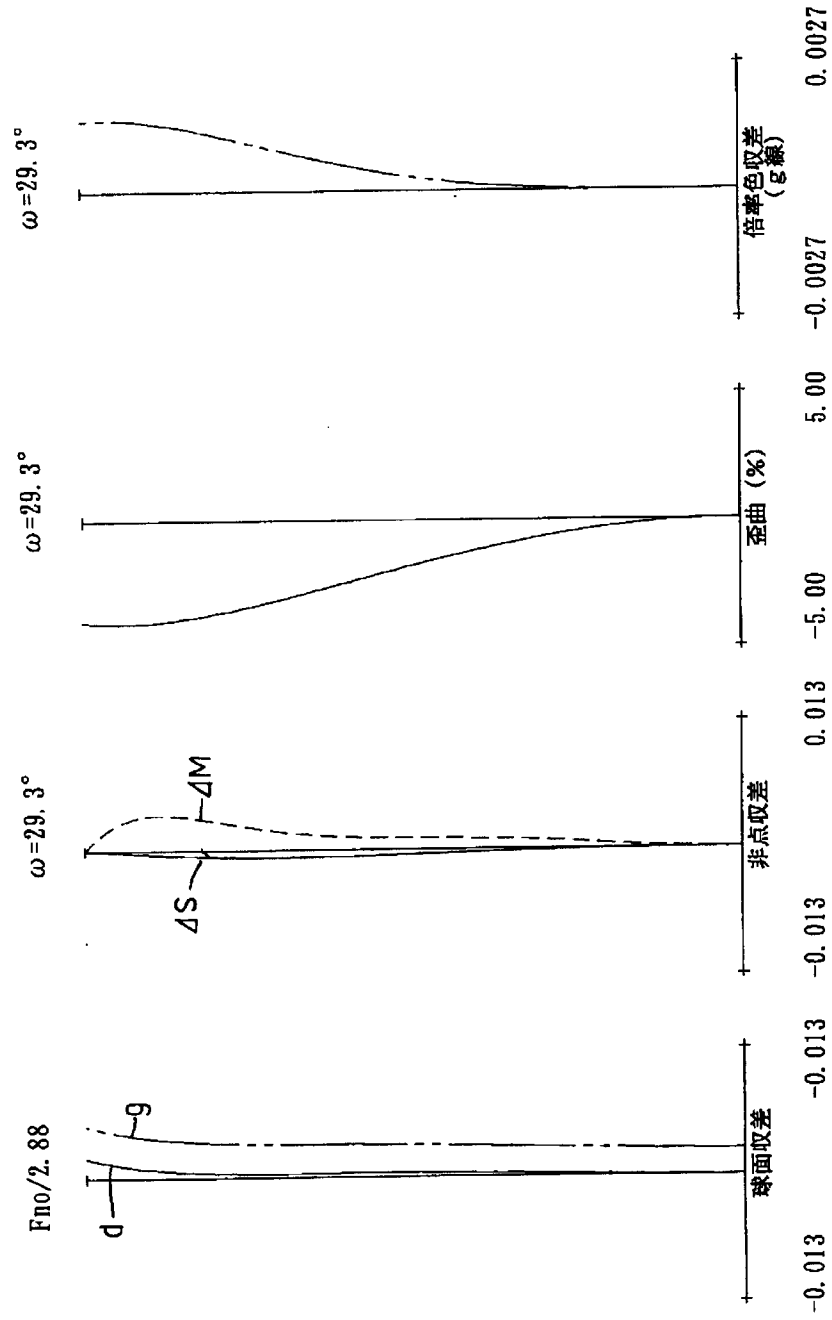
【図5】



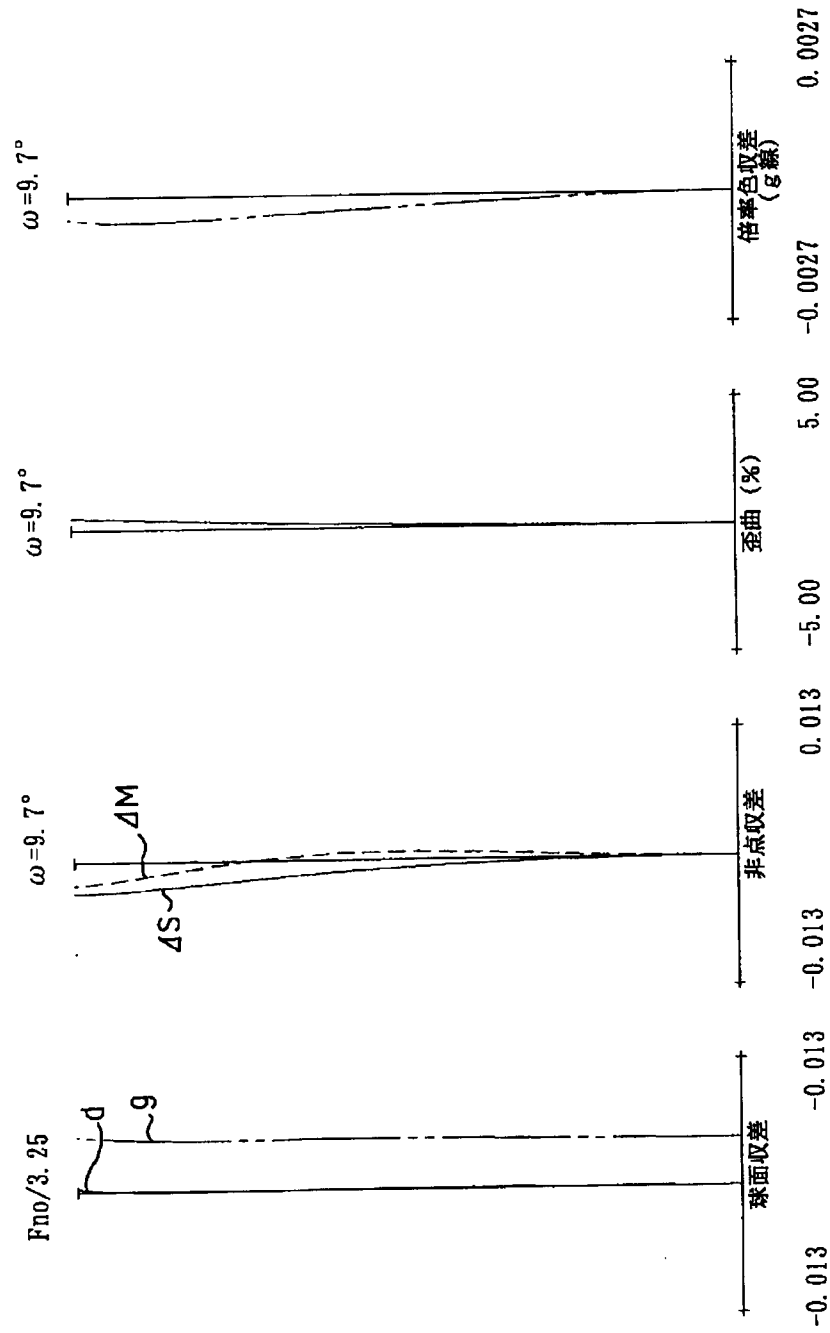
【図6】



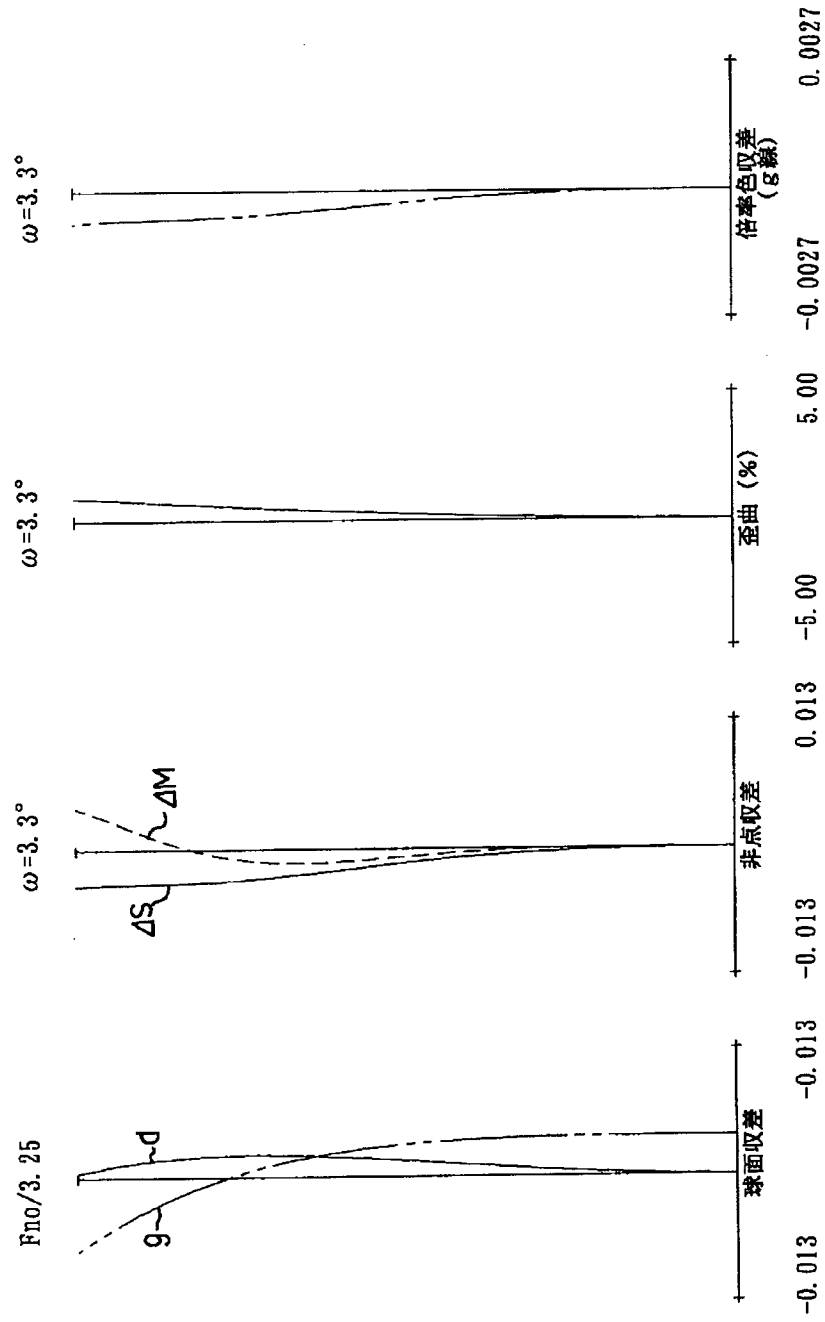
【図8】



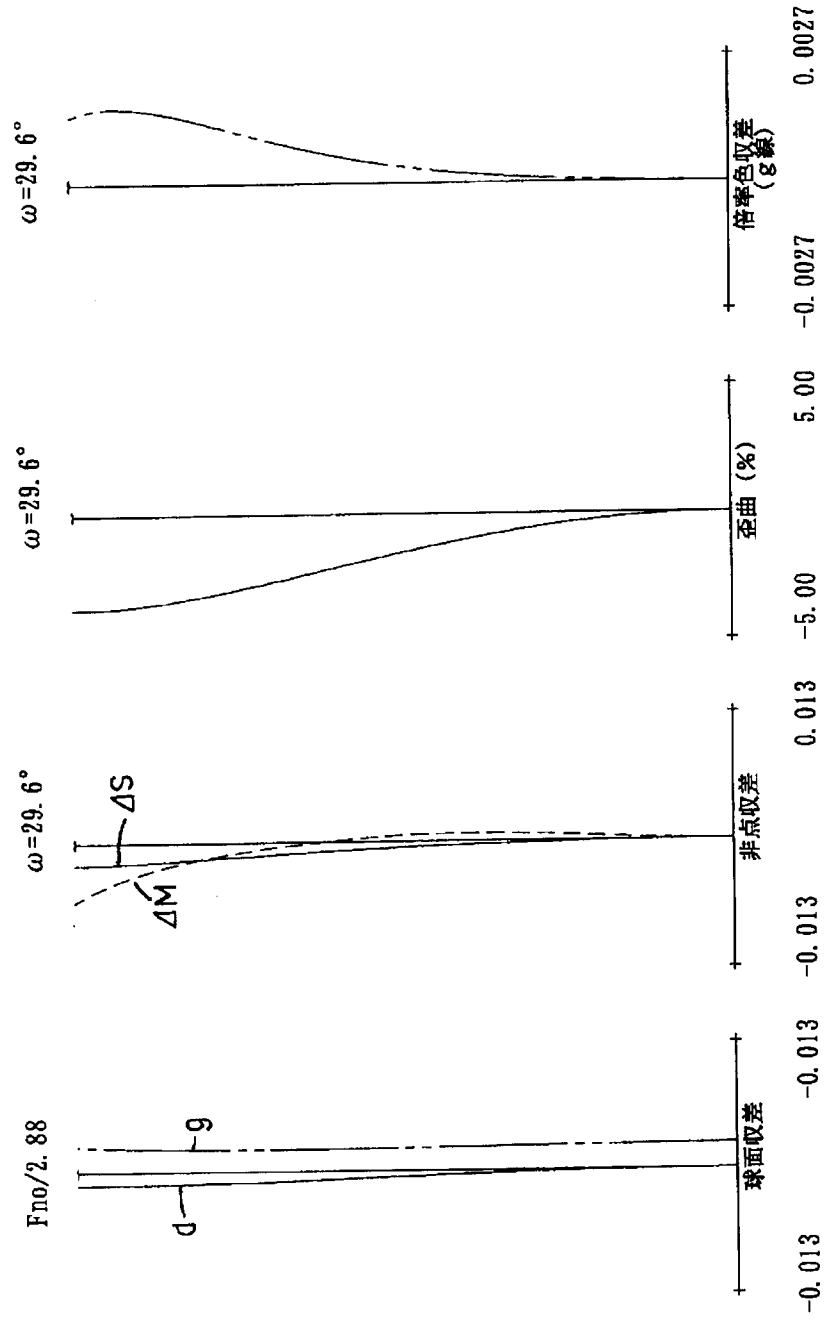
【図9】



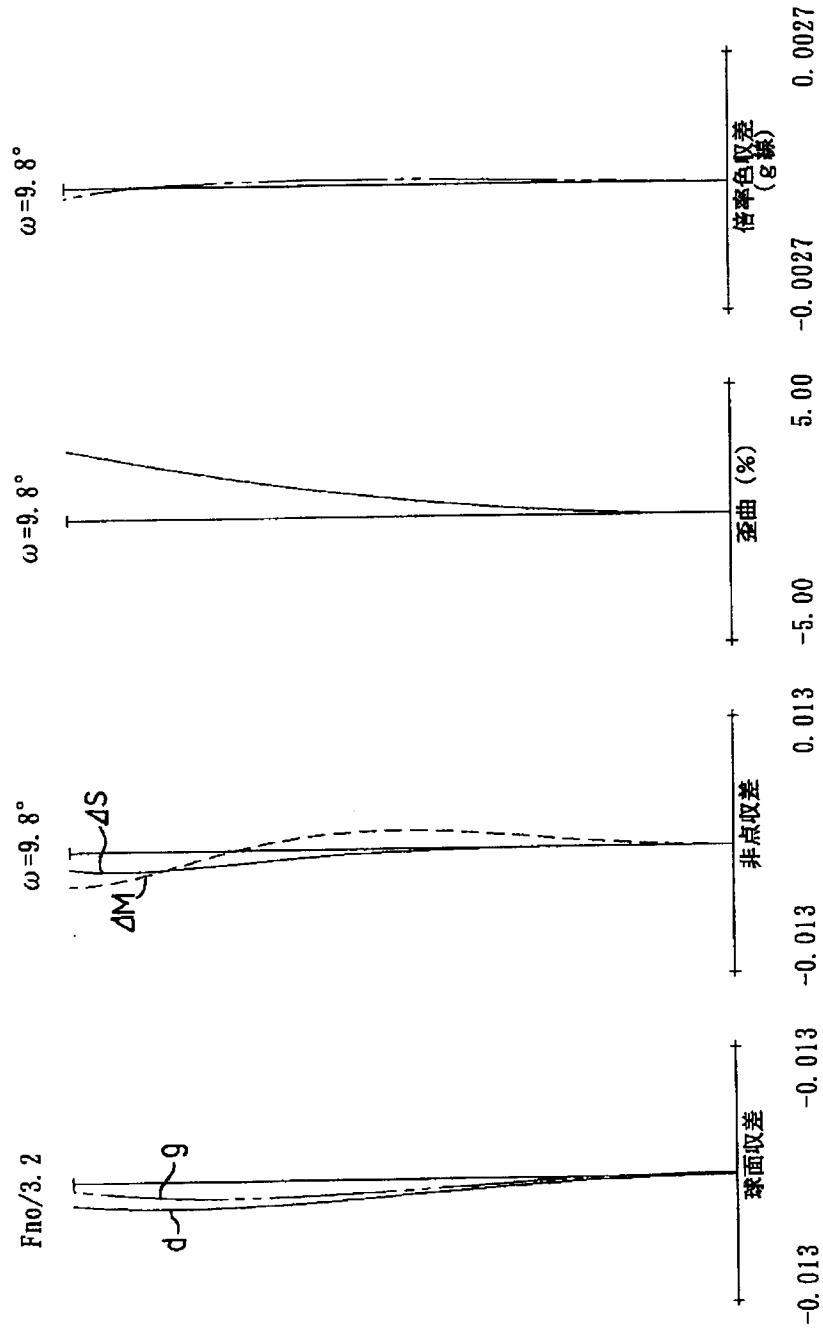
【図10】



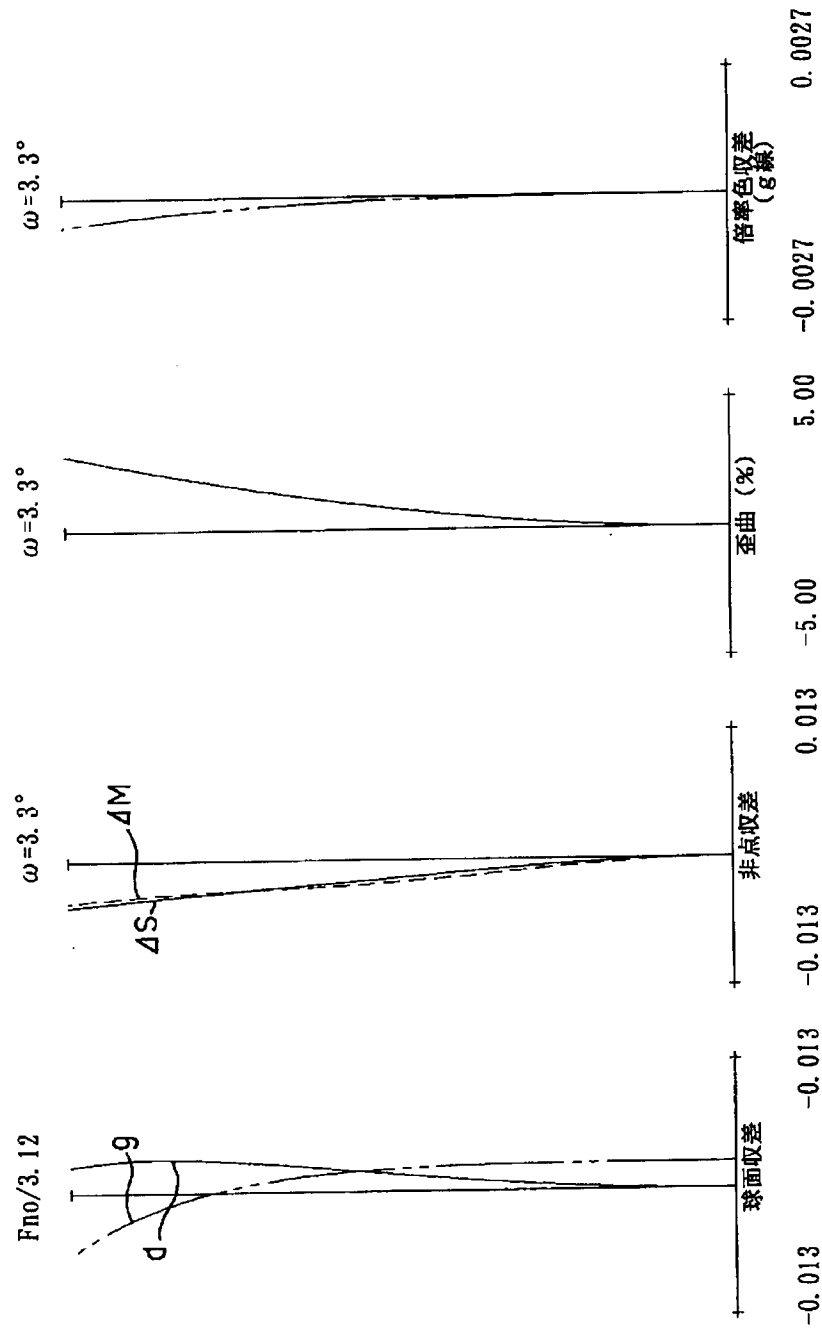
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA21 MA16 PA10
PA11 PA16 PB15 PB16 QA02
QA06 QA07 QA17 QA21 QA25
QA32 QA39 QA41 QA42 QA45
RA05 RA12 RA13 SA43 SA47
SA49 SA53 SA55 SA63 SA65
SA66 SA72 SA74 SB04 SB14
SB24 SB33 SB44 SB45